

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ЭНИН

Боровиков Ю.С.

«__» _____ 2013 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПАРОГЕНЕРАТОРЫ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ - 140404 Атомные электрические станции и установки
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Управление ядерной энергетической установкой»

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) дипломированный специалист

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2010 г.

КУРС 4 СЕМЕСТР 7, 8

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ - 0

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: дисциплины «Термодинамика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», «Механика», «Математическое моделирование физических процессов»

КОРЕКВИЗИТЫ: дисциплины «Основы проектирования энергетического оборудования атомных электростанций», «Физика ядерных реакторов», «Ядерные энергетические реакторы», «Атомные электростанции»

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции	48	часов (ауд.)
Лабораторные занятия	16	часов (ауд.)
Практические занятия	24	часа (ауд.)
Всего аудиторных занятий	88	часов
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	136	часов
ИТОГО	224	Часа

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – экзамен в 7 семестре, зачет в 8 семестре

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ – кафедра АТЭС

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ _____ А.С. Матвеев

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП _____ Л.А. Беляев

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ _____ А.В. Воробьев

2013 г.

1. Цели освоения дисциплины

Специалисту специальности «Атомные электрические станции и установки» необходимы знания о роли парогенератора на АЭС, об особенностях конструкций и теплогидравлических процессах в парогенераторах АЭС. Изучение данной дисциплины дает возможность студентам приобрести навыки проектирования парогенераторов АЭС.

Целями преподавания дисциплины «Парогенераторы АЭС» являются:

- изучение и приобретение практических навыков проектирования эффективных конструкций парогенераторов АЭС,
- изучение и овладение принципами анализа безопасной и экономической и эксплуатации парогенераторов АЭС.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина СД.Ф.2 «Парогенераторы АЭС» относится к циклу специальных дисциплин ООП.

Пререквизитами дисциплины «Парогенераторы АЭС» являются дисциплины «Термодинамика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», «Механика», «Математическое моделирование физических процессов».

Кореквизитами дисциплины «Парогенераторы АЭС» являются дисциплины «Основы проектирования энергетического оборудования атомных электростанций», «Физика ядерных реакторов», «Ядерные энергетические реакторы», «Атомные электростанции».

Материал дисциплины в учебно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Перечень требований к входным знаниям, умениям, навыкам по дисциплине «Парогенераторы АЭС».

Для освоения дисциплины студент должен обладать следующими знаниями, умениями, навыками.

Иметь знания о:

- термодинамических и теплофизических параметрах различных теплоносителей;
- практическом использовании основных термодинамических процессов в энергетических установках и аппаратах;
- методах расчета теплопередачи при вынужденном движении теплоносителя, естественной конвекции, изменении агрегатного состояния, радиационном теплообмене;
- применении теории подобия к процессам тепломассообмена.

Уметь использовать:

- принципы фазовых переходов;
- основные уравнения термодинамики потока;

- способы распространения теплоты;
- закон Фурье при расчете передачи тепла через многослойные стенки;
- способы интенсификации теплопередачи;
- методы решения задач конвективного теплообмена в однофазной среде;
- закономерности теплообмена при фазовых превращениях;
- методику расчета теплообмена в аппаратах теплоэнергетических установок.

Иметь опыт:

- определения теплофизических свойств различных теплоносителей;
- расчетов коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи;
- расчета потерь давления при движении теплоносителей;
- практических расчетов деталей теплообменных аппаратов на прочность;
- выбора оптимальных параметров и режимов теплообменных аппаратов.

3. Результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины в соответствии с ФГОС студент должен будет:

знать

- требования, характеристики и особенности конструкции парогенераторов АЭС различного типа;
- современные методы проектирования и исследования парогенераторов АЭС различного типа, обеспечивающих их эффективную и безопасную работу;
- принципы реализации оптимальных режимов эксплуатации ПГ АЭС при пуске, останове, работе на разных уровнях мощности с соблюдением требований безопасности;
- основные подходы и средства обеспечения автоматического управления и контроля параметров, характеризующих работу парогенераторов АЭС;
- принципы технологии изготовления и монтажа оборудования парогенераторной установки применительно к условиям сооружения и эксплуатации энергоблоков АЭС;

уметь

- рассчитывать основные теплогидравлические процессы, характерные для парогенераторов АЭС;
- выбирать парогенераторы и другое теплообменное оборудование АЭС;
- проводить конструкторские и поверочные теплогидравлические расчеты парогенераторов;
- выполнять расчеты узлов и элементов парогенераторов на прочность с использованием современных средств;

владеть навыками:

- работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками;
- составления теплотехнических схем и математических моделей процессов в парогенераторах АЭС различного типа;
- проектирования парогенераторов АЭС и их узлов;
- комплексной оценки экономической эффективности основных технических решений при проектировании и анализе работы парогенераторных установок.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции, в соответствии с ФГОС.

1. Универсальные (общекультурные)

способность/готовность создавать и редактировать тексты профессионального назначения (ОК-4);

владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, ОК-6);

умением самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений (ОК-7).

2. Профессиональные

способность составлять математические модели процессов и аппаратов преобразования тепловой энергии (ПСК-1.1);

готовность использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС (ПСК-1.3);

готовность к разработке проектов элементов и систем АЭС с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования (ПСК-1.5);

готовность формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические решения в области проектирования элементов и систем АЭС (ПСК-1.10);

готовность применять принципы обеспечения оптимальных режимов работы тепломеханического оборудования при различных режимах работы АЭС с соблюдением требований безопасности (ПСК-1.15).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

(аудиторные занятия 48 ч.)

№ п/п	Тема модуля	Объем, ч
4.1.	Введение	2

	Предмет и задачи курса. Структура курса. Рекомендуемая литература. Проблемы развития мировой атомной энергетики. Существующее состояние и перспективы развития атомных электростанций в России.	
4.1.2.	Место парогенератора в тепловой схеме АЭС Схемы производства пара на АЭС. Общие понятия о парогенераторной установке. Требования к ПГ. Общие характеристики ПГ. Классификация парогенераторов.	2
4.1.3.	Теплоносители и рабочие тела ПГ атомных электростанций Сравнительные характеристики, достоинства и недостатки основных видов теплоносителей и рабочих тел (воды, жидких металлов, газов). Перспективные виды теплоносителей (свинец).	2
4.1.4.	Конструктивные и теплотехнические схемы парогенераторов Парогенераторы, обогреваемые водой под давлением: параметры ПГ, основные принципы выбора конструктивной схемы. Парогенераторы, обогреваемые жидкометаллическими теплоносителями (ЖМТ): параметры ПГ, особенности конструктивных схем. Парогенераторы, обогреваемые газовыми теплоносителями: параметры, конструктивные схемы. Сравнительные достоинства и недостатки ПГ, обогреваемых различными теплоносителями.	2
4.1.5.	Общая характеристика тепло-гидравлических процессов, протекающих в парогенераторах Процессы теплообмена и гидродинамики, физико-химические процессы. Влияние этих процессов на надежность и экономичность работы основных агрегатов АЭС.	1
4.1.6.	Гидродинамические процессы в парогенераторах АЭС Основные закономерности гидродинамики и методы расчёта гидравлического сопротивления при движении однофазного потока. Особенности гидравлики потока жидкого металла. Гидродинамика двухфазных потоков: режимы течения, расходные и истинные характеристики двухфазной среды. Методы расчёта гидравлического сопротивления при движении двухфазной среды.	2
4.1.7.	Температурный режим теплопередающих поверхностей парогенераторов АЭС	4

	<p>Теплообмен при движении однофазных неметаллических (вода, газ) теплоносителей: при течении жидкости в трубах, при обтекании пучков труб. Особенности теплообмена в поверхностях нагрева парогенераторов с жидкометаллическими теплоносителями (натрий, калий, свинец). Теплообмен при движении кипящей воды.</p> <p>Кризис теплообмена при кипении. Типы кризисов (1-го и 2-го рода) и методы оценки условий их возникновения.</p>	
4.1.8.	<p>Естественная циркуляция рабочего тела</p> <p>Безнапорное движение: понятие и закономерности барботажного процесса. Парораспределительные дырчатые листы: конструкция, характеристики, условия работы.</p> <p>Понятие контура естественной циркуляции (КЕЦ). Движущий напор по контуру естественной циркуляции и факторы его определяющие. Последовательность расчёта КЕЦ. Критерии надёжности естественной циркуляции. Основные нарушения в работе контура естественной циркуляции.</p>	2
4.1.9.	<p>Условия работы поверхностей нагрева с принудительным движением рабочего тела</p> <p>Температурный режим обогреваемых труб с однофазной (экономайзеры и пароперегреватели) и двухфазной (испарители) рабочей средой.</p> <p>Гидравлическая и тепловая неравномерность параллельно включенных труб. Понятие о тепловой разверке. Гидродинамические характеристики (ГДХ) труб при принудительной циркуляции. Неоднозначность ГДХ. Стабильность и неустойчивость парогенерирующей трубы. Факторы, влияющие на устойчивость гидродинамической характеристики. Условия и мероприятия, обеспечивающие устойчивую работу парогенерирующей трубы.</p> <p>Пульсационные режимы работы парогенерирующих труб. Механизм пульсационных колебаний и факторы, влияющие на их интенсивность. Способы снижения пульсационной неустойчивости.</p>	2
4.1.10.	<p>Сепарация пара</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству пара в ядерных энергетических установках. Причины загрязнения пара: переход примесей из воды в пар, механический унос примесей и унос за счёт растворимости веществ в паре. Методы получения чистого пара.</p> <p>Факторы, влияющие на влажность пара. Сепарация пара: в свободном объёме, во внутрибарабанных сепарационных устройствах. Особенности конструкции и расчёт жалюзийных и центробежных сепараторов.</p>	2

4.1.11.	<p>Водный режим парогенераторов АЭС</p> <p>Коррозия и водный режим парогенераторов АЭС. Требования, предъявляемые к парогенераторной и питательной воде. Состав парогенераторной воды: отложения примесей воды, летучие и нелетучие соединения. Факторы влияющие на скорость коррозионных процессов: состояние поверхности, состав воды, температура и скорость движения среды.</p> <p>Водный режим парогенераторов с естественной и многократной принудительной циркуляцией. Особенности водного режима прямоточных ПГ.</p>	2
4.1.12.	<p>Основы проектирования парогенераторов АЭС</p> <p>Задачи проектирования парогенераторов и виды расчётов. Особенности проектирования ПГ разного типа.</p> <p>Теплогидравлический расчёт. Исходные данные, назначение, задачи и виды теплового и гидродинамического расчётов. Выбор основных исходных данных, общие положения методики теплогидравлического расчёта.</p> <p>Расчёт водного режима ПГ с многократной циркуляцией (определение величины продувки) и водного режима прямоточных ПГ (определение межпромывочного периода). Расчёт сепарационных устройств (погружного щита, сепараторов).</p> <p>Конструкторский расчёт парогенераторов АЭС. Задачи конструкторского расчёта. Выбор материалов для корпусных деталей и поверхностей теплообмена парогенератора. Расчёт габаритных размеров трубного пучка поверхности теплообмена и всего парогенератора. Расчёт на прочность основных деталей ПГ (корпуса, трубных досок, крышек, днищ и др.).</p> <p>Проверочные расчёты конструкции парогенератора: цель расчётов. Стационарные и нестационарные температурные напряжения в элементах конструкций ПГ. Вибрационное воздействие теплоносителя.</p> <p>Технико-экономическое обоснование конструкции парогенераторов.</p>	1
4.1.13.	<p>Вопросы эксплуатации парогенераторов АЭС</p>	2

	<p>Особенности эксплуатация парогенераторов, обогреваемых водой под давлением. Пуск и останов парогенераторов. Работа парогенераторов при базовых и переменных нагрузках. Нарушения в работе ПГ АЭС. Основные мероприятия по устранению неисправностей парогенераторов: отмывка поверхностей нагрева от отложений, диагностика и ремонт ПГ. Эксплуатация парогенераторов, обогреваемых ЖМТ. Общие сведения о взаимодействии натрия с водой (большие и малые течи). Системы контроля, регулирования параметров и аварийной защиты парогенераторов ЖМТ</p>	
	Итого	48

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ (аудиторные занятия 40 ч)

4.2.1. Тематика практических занятий (аудиторные занятия - 24 ч.)

- расчет характеристик теплоносителей – 2 ч;
- расчет потерь давления по трактам ПГ – 4 ч;
- теплообмен при движении одно- и двухфазных теплоносителей – 6 ч;
- расчет естественной циркуляции в ПГ АЭС – 6 ч;
- расчет сепарации в ПГ насыщенного пара – 4 ч;
- расчет водного режима ПГ АЭС – 2 ч.

4.2.2. Тематика лабораторных работ (аудиторные занятия 16 ч)

- расчет тепловой диаграммы ПГ - 4;
- исследование гидравлического сопротивления поверхностного теплообменника – 4 ч;
- определение коэффициента теплоотдачи при кипении воды в большом объеме – 4 ч;
- исследование устойчивости парогенерирующего канала (компьютерная модель) – 4 ч.

4.2. Структура дисциплины по разделам и видам учебной деятельности приведена в табл.1.

Таблица 1.

*Структура дисциплины
по разделам и формам организации обучения*

№ раздела	Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Контрольная работа	Итого
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
4.2.1	Введение	2					2
4.2.2	Место парогенератора в тепловой схеме АЭС	4			8		12
4.2.3	Теплоносители и рабочие тела ПГ атомных электростанций	2		2	4		8
4.2.4	Конструктивные и теплотехнические схемы парогенераторов	4	4		8	№1	16
4.2.5	Общая характеристика тепло-гидравлических процессов, протекающих в парогенераторах	2			10		12
4.2.6	Гидродинамические процессы в парогенераторах АЭС	6	4	4	10		24
4.2.7	Температурный режим теплопередающих поверхностей парогенераторов АЭС	8	4	6		№2	18
4.2.8	Естественная циркуляция рабочего тела	4		6	4		14
4.2.9	Условия работы поверхностей нагрева с принудительным движением рабочего тела	4	4		4		12
4.2.10	Сепарация пара	2		4	4		10
4.2.11	Водный режим парогенераторов АЭС	4		2	6	№3	12
4.2.12	Основы проектирования парогенераторов АЭС	2			72		74
4.2.13	Вопросы эксплуатации парогенераторов АЭС	4	-	-	6		10
	Итого	48	16	24	136		224

4.3. Распределение компетенций по разделам дисциплины

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения по основной образовательной программе, формируемых в рамках данной дисциплины и указанных в пункте 3.

Таблица 2

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения

№	Разделы дисциплины	Формируемые компетенции							
		ОК-4	ОК-6	ОК-7	ПСК.1.1	ПСК.1.3	ПСК.1.5	ПСК-1.10	ПСК-1.15
1	4.2.1	X	X						
2	4.2.2							X	
3	4.2.3			X				X	
4	4.2.4					X	X		
5	4.2.5				X	X			
6	4.2.6				X	X			
7	4.2.7					X			
8	4.2.8				X	X			
9	4.2.9								X
10	4.2.10								X
11	4.2.11						X		
12	4.2.12			X				X	
13	4.2.13			X					X

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины применяются образовательные технологии, сочетающие методы и формы организации обучения, приведенные в матрице (табл. 3).

Таблица 3.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Тренинг	СРС
Методы					
IT-методы	+	+	+	+	+
Работа в команде		+			
Обучение на основе опыта	+			+	

Опережающая самостоятельная работа	+				+
Проектный метод					+
Поисковый метод					+
Исследовательский метод		+	+		+

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды деятельности студентов:

- текущую СРС, направленную на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений с использованием ИТ-методов, опережающей самостоятельной работы, проектного и поискового метода;
- творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР), ориентированную на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных, профессиональных и специализированных компетенций, повышение творческого потенциала студентов. ТСР по дисциплине включает следующие виды работ по основным проблемам курса:
 - поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
 - выполнение расчетных работ.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

6.2.1. Перечень научных проблем и направлений научных исследований: интенсификация теплообмена в парогенераторах АЭС. Использование перспективных теплоносителей в парогенераторах АЭС. Герметичность жидкометаллических парогенераторов. Надежность поверхности теплообмена парогенераторов насыщенного пара. Оценка эффективности перегрева пара в парогенераторах ВВЭР.

6.2.2. Темы курсовых проектов:

- проект горизонтального ПГ насыщенного пара с естественной циркуляцией заданной паропроизводительностью;
- проект вертикального ПГ насыщенного пара с естественной циркуляцией заданной паропроизводительностью;
- проект ПГ слабоперегретого пара с естественной циркуляцией заданной паропроизводительностью;
- проект прямоточного ПГ с водяным теплоносителем заданной паропроизводительностью;
- проект прямоточного ПГ с ЖМ теплоносителем заданной паропроизводительностью;

- проект прямоточного ПГ обратного типа с ЖМ теплоносителем заданной паропроизводительностью;

6.2.3. Темы индивидуальных заданий (рефератов)

- особенности конструкции горизонтальных ПГ насыщенного пара с естественной циркуляцией;
- особенности конструкции отечественных (проекты) вертикальных ПГ насыщенного пара с естественной циркуляцией;
- особенности конструкции зарубежных вертикальных ПГ насыщенного пара с естественной циркуляцией;
- особенности конструкции прямоточных ПГ с водяным теплоносителем;
- особенности конструкции прямоточных ПГ с ЖМ теплоносителем.

6.2.4. Темы, выносимые на самостоятельную проработку

1) Теплоносители и рабочие тела.

2) Конструктивные и теплотехнические схемы парогенераторов.

3) Расчет тепловой диаграммы ПГ.

4) Гидродинамические процессы в парогенераторах АЭС: режимы течения, расходные и истинные характеристики двухфазной среды.

Лабораторная работа 1. Исследование гидравлического сопротивления поверхностного теплообменника (2 ч.).

Практические занятия 4, 5. Расчет потерь давления по трактам теплоносителя и рабочего тела ПГ (4 ч.).

6) Температурный режим теплопередающих поверхностей ПГ АЭС (объем СРС по теоретическому материалу – 6 ч.).

Лабораторная работа 1. Определение коэффициента теплоотдачи при кипении воды в большом объеме – 4 ч.

Практические занятия 6, 7. Теплообмен при движении одно- и двухфазных теплоносителей (4 ч.).

7) Естественная циркуляция рабочего тела (объем СРС по теоретическому материалу – 4 ч.).

Практические занятия 8-10. Расчет естественной циркуляции в парогенераторах АЭС (4 ч.).

8) Условия работы поверхностей нагрева с принудительным движением рабочего тела (объем СРС по теоретическому материалу – 4 ч.).

Лабораторная работа 3. Исследование устойчивости парогенерирующего канала (компьютерная модель) – 2 ч.

9) Сепарация пара: в свободном объеме, во внутрибарабанных сепарационных устройствах (объем СРС по теоретическому материалу – 6 ч.).

Практические занятия 11. Расчет сепарации в парогенераторах насыщенного пара (2 ч.).

10) Водный режим парогенераторов АЭС (объем СРС по теоретическому материалу – 6 ч.).

Практическое занятие 12. Расчет водного режима ПГ АЭС.

11. Основы проектирования парогенераторов АЭС (объем СРС по теоретическому материалу – 6 ч.).

12. Вопросы эксплуатации парогенераторов АЭС (объем СРС по теоретическому материалу – 8 ч.).

В разделе приводится развёрнутая характеристика тематического содержания самостоятельной работы:

1. Перечень научных проблем и направлений научных исследований,
2. Темы курсовых проектов/работ,
3. Темы индивидуальных заданий,
4. Темы работ в структуре междисциплинарных проектов,
5. Темы, выносимые на самостоятельную проработку.

6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Для текущего контроля в течение семестра предусматривается:

- результаты выполнения лабораторных, индивидуальных и практических расчетных заданий и опрос при их защите;
- автоматизированное тестирование по тематике самостоятельной работы;
- 3 контрольных работы по материалам лекций и практических занятий с целью проведения рейтинговой.

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для использования при самостоятельной работе студентов рекомендуются следующие образовательные ресурсы:

6.4.1. Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ

- Воробьев А.В. Методуказания к лабораторной работе «Исследование устойчивости парогенерирующего канала»;
- Воробьев А.В. Методуказания к лабораторной работе «Исследование гидравлических потерь на физической модели теплообменника»;

- Воробьев А.В. Методуказания к определению термодинамических и тепло-физических параметров воды и водяного пара в расчетах на ПЭВМ для студентов специальностей 1005 и 1010.

- Воробьев А.В. Методуказания к лабораторной работе «Испытание поверхностного теплообменника».

6.4.2. Программное обеспечение:

- демонстрационная тренажер-программа “ПГ энергоблока БН-600”;
- демонстрационная тренажер-программа “ПГ энергоблока БН-800”;
- «TABL1» - программа определения термодинамических и теплофизических параметров воды и водяного пара;

- «Regress» – программа регрессионного анализа для обработки результатов эксперимента;

- «TFS», «TFM» – программа для расчета теплофизических свойств теплоносителей;

- WaterSteamPro – программа теплофизических и термодинамических свойств теплоносителей;

- «KANAL» - программа для исследования устойчивости парогенерирующего канала;

- «ALFA-1» и «ALFA-2» - программы для исследования теплообмена в поверхностях нагрева парогенераторов АЭС (со стороны теплоносителя и со стороны рабочего тела);

6.4.3. Internet-ресурсы:

Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) <http://www.rosatom.ru/>

«Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) <http://www.rosenergoatom.ru/>

Атомстройэкспорт, ЗАО (строительство и эксплуатация АЭС за рубежом, Москва) <http://www.atomstroyexport.ru/>

ИБРАЭ — Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (Москва) <http://www.ibrae.ac.ru/>

ВНИИАМ — Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») <http://www.vniiam.ru/>

Информационный портал о радиационной обстановке на объектах российской атомной отрасли <http://www.russianatom.ru/>

Пресс-центр атомной энергетики и промышленности <http://www.minatom.ru>

Nuclear.Ru (информационно-аналитический портал для специалистов атомной отрасли) <http://www.nuclear.ru/>

Atominfo.Ru (информационно-аналитический сайт для специалистов атомной отрасли) <http://www.atominfo.ru/>

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

В качестве основной формы контроля по дисциплине предусмотрен зачет в десятом семестре. В качестве текущего контроля в процессе изучения теоретического материала дисциплины предусматривается проверка усвоения отдельных разделов посредством письменных контрольных работ, контрольных работ с применением серийного тестирования и диагностического тестирования

в среде автоматизированной системы управления познавательной деятельностью студента (АСУ ПДС) на лекционных занятиях предусматривается диагностическое тестирование усвоения студентами теоретического материала. С целью автоматизированного контроля знаний по дисциплине разработано 150 тестов.

Для текущего контроля в течение семестра предусматривается:

- входной контроль на каждой лекции по ранее рассмотренному материалу;
- диагностический автоматизированный контроль на лекционных занятиях;
- три контрольные работы в 10 семестре по материалам лекций с целью проведения рейтинговой аттестации в конце каждого месяца (с 25 по 28 число);
- анализ результаты выполнения лабораторных, индивидуальных и практических расчетных заданий и опрос при их защите.

В расчет рейтинговой оценки идут оценки отлично, хорошо, удовлетворительно, полученные за выполненные контрольные работы. Перечень вопросов для каждой контрольной прилагается к программе.

За практические, лабораторные занятия баллы ставятся согласно рейтинг-плана.

В течение семестра студент должен набрать минимум баллов, необходимый для допуска к сдаче зачета, при условии выполнения и защиты всех заданий, лабораторных работ и написании всех контрольных работ. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов итоговой аттестации в конце семестра по результатам зачета. За сдачу зачета ставятся баллы в соответствии с положением рейтинговой системы.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Рассохин Н.Г. Парогенераторные установки атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1980,1987.

2. Воробьев А.В. , Антонова А.М. Парогенераторы АЭС. Основные конструкции и проектирование: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.

3. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по тепло-гидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). М.: Энергоатомиздат, 1984, 1990.

4. Трунов Н. Б. Гидродинамические и теплохимические процессы в парогенераторах АЭС с ВВЭР / Н.Б. Трунов, С.А. Логвинов, Ю.Г. Драгунов. - М. : Энергоатомиздат, 2001.

5. Лукасевич Б.И., Трунов Н.Б., Драгунов Ю.Г., Давиденко С.Е. Парогенераторы реакторных установок ВВЭР для атомных электростанций.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2004.

Дополнительная литература:

6. Будов В.М., Фарафонов В.А. Конструирование основного оборудования АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1985.

7. Ядерные энергетические установки/ Б.Г.Ганчев, Л.Л.Калишевский, Р.С.Демешев и др. Под ред. Н.А.Доллежала.- М.: Энергоатомиздат, 1983,1990.

8. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник /М.С.Алхутов, А.Н.Безгрешнов, Р.Г.Богоявленский и др. Под ред. А.В.Клименко и В.М.Зорина.-М.: Издательство МЭИ, 2003; Энергоатомиздат, 1982,1989.

9. Проектирование теплообменных аппаратов АЭС/ Ф.М.Митенков,В.Ф.Головко, П.А.Ушаков, Ю.С.Юрьев. М.: Энергоатомиздат, 1988.

10. Кокорев Б.В., Фарафонов В.А. Парогенераторы ядерных энергетических установок с жидкометаллическим охлаждением. М.: Энергоатомиздат, 1990.

11. Кутепов А.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. М.: Высшая школа, 1977.

12. Разработка и исследование оборудования энергоблоков АЭС с вертикальными парогенераторами. Труды ЦКТИ, 1982, вып.199.

13. Нормы расчета на прочность элементов реакторов, парогенераторов, сосудов и трубопроводов атомных электростанций. М.: Металлургия, 1973.

14. Ремжин Ю.Н., Слабиков В.А. Основы компоновки и теплового расчета парогенераторов атомных электростанций. Л.: Изд.ЛГУ, 1981.

15. Андреев П.А., Гремилов Д.И., Федорович Е.Д. Теплообменные аппараты ядерных энергетических установок. Л.: Судостроение, 1969.

16. Шаманов Н.П., Пейч Н.Н., Дядик А.Н. Судовые ядерные паропроизводящие установки. Л.: Судостроение, 1990.

17. Кузнецов В.А. Судовые ядерные энергетические установки. Л.: Судостроение, 1989.

18. Саркисов А.А., Пучков В.Н. Физические основы эксплуатации паропроизводящих установок. М.: Энергоатомиздат, 1989.

19. Оборудование теплообменное АЭС. Расчет тепловой и гидравлический. РТМ 108.031.05-84. Л.: Изд.НПО ЦКТИ, 1986.

20. Маргулова Т.Х. Расчет и проектирование парогенераторов атомных электростанций. М.-Л.: ГЭИ, 1962.

21. Андреев П.А., Гринман М.И., Смолкин Ю.В. Оптимизация теплоэнергетического оборудования АЭС. М.: Атомиздат, 1975.

22. Рассохин Н.Г., Мельников В.Н. Парогенераторы, сепараторы и пароприемные устройства АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1985.

23. Сепарационные устройства АЭС/ А.Г.Агеев, В.Б.Карасев, И.Т.Серов, В.Ф.Титов. М.: Энергоатомиздат, 1982.

24. Котов Ю.В., Кротов В.В., Филиппов Г.А. Оборудование атомных электростанций. М.: Машиностроение, 1982.

Internet-ресурсы:

- электронное учебное пособие «Парогенераторы АЭС», разработанное в среде e-LMS MOODLE;
- Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) <http://www.rosatom.ru/>
- «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) <http://www.rosenergoatom.ru/>
- Атомстройэкспорт, ЗАО (строительство и эксплуатация АЭС за рубежом, Москва) <http://www.atomstroyexport.ru/>
- ИБРАЭ — Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (Москва) <http://www.ibrae.ac.ru/>
- НИКИЭТ им. Н. А. Доллежала (Москва) <http://www.nikiet.ru/>
- Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») <http://www.vniiam.ru/>

Используемое программное обеспечение:

- презентации лекций в среде PowerPoint;
- демонстрационная тренажер-программа “ПГ энергоблока БН-600”;
- демонстрационная тренажер-программа “ПГ энергоблока БН-800”;
- «TABL1» - программа определения термодинамических и теплофизических параметров воды и водяного пара;
- «TFS», «TFM» – программа для расчета теплофизических свойств теплоносителей;
- WaterSteamPro – программа теплофизических и термодинамических свойств теплоносителей;
- «KANAL» - программа для исследования устойчивости парогенерирующего канала;
- «ALFA-1» и «ALFA-2» - программы для исследования теплообмена в поверхностях нагрева парогенераторов АЭС (со стороны теплоносителя и со стороны рабочего тела);
- видеофильмы и фрагменты видеофильмов;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- технические средства обучения (иллюстрационные материалы – плакаты по генплану и компоновке энергоблока ВВЭР-440);
- компьютерную лабораторию (ауд. 101, 31, 32-4 корп.);
- лабораторное оборудование лаборатории физического моделирования кафедры АТЭС (ауд. 111, 112-4 корп.).

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ГОС по направлению 140800 «Техническая физика» и профилю подготовки по специальности «Управление ядерной энергетической установкой».

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС
(протокол № 18 от « » . 2013 г.).

Автор _____ А.В. Воробьев

Рецензент _____ А.В. Кузьмин